

A kukorica N-műtrágya-szükségletének meghatározása a talaj könnyen oldható szervesanyag-tartalma alapján

GYÖRI DÁNIEL, MATUSNÉ SÉNYI KLÁRA és NHOTH PHRACHOMPHONH

Agrártudományi Egyetem, Agrokémiai és Talajtani Intézet, Keszthely

A kukorica N-műtrágya-szükségletének meghatározása különböző módszerekkel történhet.

Hazánkban - az egyik széles körben alkalmazott módszer alapelve szerint - a talaj humusztartalma és az Arany-féle kötöttségi szám segítségével számítjuk ki a N-műtrágya-igényt növényenként és termőhelyenként /DEBRECZENI, 1979; BUZÁS, 1983/.

A talaj összes humusztartalma a mineralizálódó szervesanyag-tartalommal összefüggésben van, tehát alkalmas a talaj N-szolgáltatásának megállapítására. Ugyanakkor fel kell hívni a figyelmet arra, hogy az irodalmi adatok szerint a talaj szervesanyag-tartalmának évente mineralizálódó része változó: a mérsékelt klíma övezetben NDK kutatók adatai szerint 0,6-2,97% /GYÖRI, 1984/.

Ezek figyelembe vételével - véleményünk szerint - a N-műtrágya-szükséglet megállapítására alkalmasabb egy olyan módszer, amely a talaj N-szolgáltatása szempontjából jelentős, könnyen oldható szervesanyag-frakcióját méri, és ennek segítségével állapítja meg a tervezett terméshez szükséges N-műtrágya mennyiségét.

A mineralizálódó szerves anyagból származó ún. "felvehető" N-tartalom laboratóriumi meghatározása azon alapul, hogy légszáraz talajból mennyi ásványi és lazán kötött nitrogén vonható ki adott oldószerrel.

A könnyen oldható szervesanyag-frakció N-tartalmát STANFORD /1968/ szerint közvetlenül is mérhetjük, ha a talajt 0,01 mol/l CaCl_2 -oldattal visszafolyós hűtővel ellátott lombikban forraljuk, majd az oldatban Kjeldahl módszerrel meghatározzuk a N-tartalmat.

Ugyanerre a célra MACLEAN /1964/ 0,01 mol/l NaHCO_3 -oldattal végzett extrakciót ajánl, amikor a talajkivonatban vagy Kjeldahl módszerrel határozza meg a N-tartalmat, vagy a kivonat extinkcióját méri UV-spektrofotométerrel 260 nm-nél.

A szerzők szerint ezekkel a módszerekkel jól jellemezhető a talaj N-szolgáltató képessége.

FOX és PIEKTELEK /1978a/ a MACLEAN /1964/ által javasolt módszert szőlő- és badföldi trágyázási kísérletben próbálta ki és megállapította, hogy a 0,01 mol/l NaHCO_3 -tal készített kivonatban mért N-tartalom és a könnyen oldható szervesanyag-tartalom jellemző extinkció értékek között szoros korreláció van / $r = 0,91$ /.

MICHRINA és munkatársai /1982/ vizsgálták a két extrakciós módszer közötti különbséget 10 talajból készített kivonathban, és megállapították, hogy a CaCl_2 -os kivonathban a kis molekulásúlyú humuszvegyületek dominálnak. A NaHCO_3 -kivonathban a nitrogén 43-92 %-a fehérje formában volt és 8-10 %-a volt ninhidrin próbával kimutatható, míg a CaCl_2 -kivonathban a ninhidrin próbával 25-30 % volt kimutatható, vagyis az inkább állandó mennyiség. Üvegházban a növények N-felvétele szignifikáns összefüggést mutatott mindkét módszerrel a Kjeldahl-N-tartalommal, és 9 talajnál szántóföldi körülmények között is. Az UV-ben mért extinkció / NaHCO_3 -os kivonat esetében/ és a növények N-felvétele között szoros kapcsolat volt üvegházi és szántóföldi körülmények között is, míg a CaCl_2 -os kivonat extinkcióértékei és a növényi N-felvétel között nem volt szignifikáns kapcsolat.

Az irodalmi adatok alapján egyszerűsége miatt FOX és PIEKIELEK /1978b/ módszerét adaptáltuk a hazai talajok N-szolgáltatásának mérésére, és a kukorica N-műtrágya-szükségletének meghatározására.

Anyag és módszer

A vizsgálatok céljára a talajmintákat az Egységes Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek /OTK/ szántóföldi kisparcellás kezeléseiből vettük. A B-17 jelű 40-kezeléses, 4 ismétléses kísérlethből 8 kezelést választottunk ki, melyekből a talajmintákat 4 ismétlésben a 0-25 cm-es talajrétegből átlós irányban 20 pontról vettük botfuróval.

A kísérletek kezeléseiben alkalmazott műtrágyaadagokat az 1. táblázat tartalmazza.

A vizsgálatba vont kísérleti helyek és a talajtípusok a következők voltak:

- Keszthely: Ramann-féle barnaföld
/humusztartalom: 1,39 %; K_A -érték: 32,6; pH /KCl/: 6,83/;
- Bicsérd: Agyagbemosódásos barna erdőtalaj
/humusztartalom: 1,57 %; K_A -érték: 43,6; pH /KCl/: 5,75/;
- Nagyhorcsók: Mészlepedékes csernozjom
/humusztartalom: 2,47 %; K_A -érték: 37,5; pH /KCl/: 7,21/.

A N-műtrágya-adag meghatározást két módszerrel végeztük.

1. táblázat

A kísérlet kezeléseiben alkalmazott műtrágyaadagok, kg/ha

/1/ Kezelés száma	N	P_2O_5	K_2O
1.	0	0	0
11.	50	0	100
14.	100	0	100
15.	100	50	100
16.	100	100	100
17.	150	0	100
19.	150	100	100
20.	200	100	100

A₁-módszer /hagyományos módszer/ - A talaj összes humusztartalma, az Arany-féle kötöttségi szám, a tervezett termésszint figyelembe vételével a DEBRECZENI /1979/ által leírtak szerint.

A₂-módszer /FOX és PIEKIELEK, 1978/ - A talaj összes humusztartalma helyett a könnyen oldható szervesanyag-frakció extinkciójának felhasználásával határoztuk meg a N-műtrágya-dózist.

Talajkivonat készítéséhez 5 g talajt 100 ml 0,01 mol/l NaHCO₃-oldattal 15 percig ráztuk, majd szűrtük. Szűrés után 1 cm-es rétegvastagságú kvarcküvetében /260 nm-nél/ VSU-2 P Zeiss spektrofotométeren mértük a talajkivonat extinkcióját.

A műtrágyadózis kiszámítását STANFORD /1973/ egyenletével végeztük:

$$N_f = \frac{N_p - N_s}{E} \quad /1/$$

ahol:

- N_f = a javasolt N-műtrágya-dózis, kg/ha;
- N_p = a növény N-igénye, kg/ha
(18,5 x a tervezett termés t/ha 15,5 % víztartalommal);
- N_s = a talaj N-szolgáltató képessége, kg/ha
(733 x UV extinkció /260 nm/ - 74);
- E = a műtrágya-hasznosulási koefficiens
(0,6).

A módszer adaptálásánál mindhárom talajtípusra meghatároztuk a talaj N-szolgáltatását. A kapott egyenletekből a három talajtípusra kapott N_s -értékek a következők:

- Keszthely: $N_s = (269 \times \text{UV extinkció} - 40)$
- Bicsérd: $N_s = (435 \times \text{UV extinkció} - 90)$
- Nagyhörccsök: $N_s = (638 \times \text{UV extinkció} - 181).$

Vizsgálati eredmények

Az *A₂*-módszerrel számított N-adagokat a 2. táblázat tartalmazza. A 2. táblázatban a mért extinkció értékekkel számított N-adagok az 1985. évi tényleges kukoricatermésekre vonatkoznak. A keszthelyi kísérlet adatai alapján:

Az N_s -értékekből látható, hogy a talaj N-szolgáltató képességére a N-műtrágyázás jelentős hatással van. Míg a kontrollparcella N-szolgáltatása 34 kg/ha, addig a műtrágyakezelések ezt az értéket 42-54 kg/ha értékre növelik. Ezt az értéket a P-műtrágyázás is befolyásolja, mert foszfor nélkül 42, 45, ill. 46 kg/ha értékeket kaptunk, a foszfor hatására az értékek nőnek /49, 51, ill. 54 kg/ha értékekre/.

A 2. táblázatból az is megállapítható, hogy a 7 t/ha termésszinthez a módszer 148-150 kg N/ha; a 8 t/ha termésszinthez 182-188 kg N/ha, míg a 9 t/ha termésszinthez 200 kg N/ha adagot határoz meg. Utóbbi esetben az *A₂*-módszerrel számított érték megfelel a ténylegesen kiadott értéknek.

Az 1. számú kezelésnél a számított adag nem egyezik meg a kiadottal, ami ebben az esetben 0. Ez azzal magyarázható, hogy a talaj N-szolgáltatása nem azonos a felvett nitrogén mennyiségével, mivel ez utóbbi az évjáratnak is függvénye.

A bicsérdi kísérletben /2. táblázat/ is azt tapasztaljuk, hogy a N-műtrágyázás szignifikánsan növeli a talaj N-szolgáltató képességét, kivéve az 50 kg N/ha adagot, melynek nincs hatása. A bicsérdi talajnak a N-szolgáltató képessége csupán fele a keszthelyi talajénak. Ennek a következménye, hogy ugyanazon termésszinthez nagyobb N-adagok szükségesek /Keszthelyhez képest

átlagosan 25 kg N/ha-ral több/. Ezen a talajon a 7,5 t/ha termésszinthez az A₂-módszerrel 100 kg-mal többet számoltunk, mint a ténylegesen kiadott mennyiség. A 8,6 t/ha termésszinthez 198-203 kg N/ha adagot ad meg az A₂-módszer, amely a 19. számú kezelésnél 50 kg-mal több a ténylegesen kiadott adagnál, míg a 20. számú kezelésnél azonos azzal.

A nagyhőrcsöki kísérlet adataiból látható /2. táblázat/, hogy ennek a talajnak legnagyobb a N-szolgáltatása, ezért azonos termésszinthez, ezen a talajon kevesebb N-műtrágya szükséges. 4,6-5,7 t/ha kukoricaterméshez 53 kg N/ha adagot határoz meg az A₂-módszer, 8,5-8,9 t/ha termésszinthez pedig 113-157 kg N/ha adagot.

2. táblázat
A₂-módszerrel számított N-adagok

/1/ Keze- lés száma	/2/ N-dő- zisok, kg/ha	/3/ 1985. évi kukorica- termés, t/ha	/4/ Extinkció 260 nm-nél	/5/ N _s -érték	/6/ N _p -érték	/7/ Számított N-adag, kg/ha
A. Keszthely B-1717. /1984. jul. 20/						
1.	0	4,63	0,274	34	86	87
11.	50	7,24	0,317	45	134	148
14.	100	7,09	0,304	42	131	148
15.	100	7,62	0,337	51	141	150
16.	100	8,63	0,340	51	160	182
17.	150	8,59	0,318	46	159	188
19.	150	8,77	0,335	49	162	188
20.	200	9,39	0,348	54	174	200
a/ Átlag		7,75	0,322	45	143	163
B. Bicsérd B-1717. /1984. szept. 12/						
1.	0	5,40	0,249	18	100	137
11.	50	6,87	0,251	19	127	180
14.	100	7,64	0,261	24	141	195
15.	100	8,19	0,265	25	152	212
16.	100	7,79	0,267	26	144	197
17.	150	7,47	0,286	34	138	173
19.	150	8,65	0,294	38	160	203
20.	200	8,65	0,301	41	160	198
a/ Átlag		7,58	0,271	28	140	187
C. Nagyhőrcsök B-1717. /1984. szept. 13/						
1.	0	4,67	0,368	54	86	53
11.	50	5,72	0,399	74	106	53
14.	100	5,97	0,362	50	110	100
15.	100	8,93	0,395	71	165	157
16.	100	8,48	0,405	77	157	133
17.	150	6,61	0,390	68	122	90
19.	150	8,75	0,426	91	162	118
20.	200	8,58	0,441	100	159	98
a/ Átlag		7,21	0,398	73	133	100

A N-műtrágyázás növeli a talaj N-szolgáltató képességét. A P-műtrágyázás a N-műtrágyákkal együtt jelentős hatást gyakorol.

Figyelemre méltó a 17. számú kezelés, ahol foszfor nélkül a 150 kg N/ha adag hatására csökken a talaj N-szolgáltatása. Miután a termésszint kisebb, mint a $N_{150}P_{100}$ -kezelésnél az A_2 -módszerrel számított N-dózis is csökken.

3. táblázat
 A_1 -módszerrel számított N-műtrágya-adagok

/1/ Kísérleti hely	/2/ Termőhelyi kategória	/3/ N-ellátottság megítélése H % és K_A alapján	/4/ Kukorica fajlagos N-műtrágya- igénye, kg/ha	/5/ 1985. évi átlag kuko- ricatermés, t/ha	/6/ N-műtrágya javaslat, kg/ha
Keszthely	II.	a/ közepes	31	7,75	240
Bicsérd	II.	a/ közepes	31	7,58	235
Nagyhörcsök	I.	b/ megfelelő	26	7,21	187

4. táblázat
Az A_2 -módszer hibaszórása a bicsérdei kísérletben /n = 11/

/1/ N-dózis, kg/ha	/2/ 260 nm-nél mért extink- ciók átlaga	/3/ Szórás	/4/ A talaj N-szol- gáltatásának hibaszórása, kg/ha	/5/ A számított műtrágyadózis hibaszórása, kg/ha
50	0,251	0,012	+ 5	+ 8
100	0,265	0,009	+ 4	+ 6,5
200	0,301	0,004	+ 2	+ 3,5

A 3. táblázatban tüntettük fel a hagyományos A_1 -módszerrel a három kísérleti hely talajaira, a 8 kezelés talajvizsgálatából kapott átlaggal kiszámított N-dózisokat. Ezek az N-adagok általában nagyobbak az A_2 -módszerrel számított értékeknél. A keszthelyi és bicsérdei talajnál ez a módszer nem tesz különbséget a szükséges N-műtrágya-adagnál, míg az A_2 -módszer differenciál a két talaj között.

A 4. táblázat tartalmazza az A_2 -módszer hibaszórását a bicsérdei kísérletben. A három kísérleti hely közül a bicsérdei kísérlet esetében volt a legnagyobb hibaszórás, ezért ezt láttuk célszerűnek közölni. A módszer hibaszórása a kiadandó N-adagra számolva sem jelentős, nem haladja meg a kiszórásnál elérhető hibaszórást. A hibaszórás alapján megállapítható, hogy a számított N-adag kis hibaszórással határozható meg az A_2 -módszer segítségével.

Következtetések

A FOX-PIEKIELEK módszer A_2 adaptálásával meghatároztuk három kísérleti helyen a talajok N-szolgáltató képességét és megállapítottuk, hogy a leggyengébb N-szolgáltatással a bicsérdei kísérlet talaja rendelkezik /átlagosan 28 kg/ha/, Keszthelyen ez az érték átlagosan 45 kg/ha, Nagyhorcskón pedig átlagosan 73 kg/ha.

Az átlagos N-műtrágya-igény a három talajon az A_2 -módszerrel számolva Bicsérden 187 kg/ha, Keszthelyen 163 kg/ha, Nagyhorcskón 100 kg/ha. A hagyományos módszer A_1 Bicsérden 48 kg-mal, Keszthelyen 77 kg-mal, Nagyhorcskón 87 kg-mal határoz meg nagyobb N-adagot, mint az A_2 -módszer.

Az A_2 -módszer előnye, hogy a talaj N-szolgáltatását kis hibaszórással határozza meg /4. táblázat/, emellett érzékenysége folytán a kezelések között fennálló különbségeket is jól méri, ami a talajok N-szolgáltatásában és a termésszintekben jelentkezik. Erre a hagyományos módszer nem alkalmas. Amennyiben az átlagokat hasonlítjuk össze, a két módszer között nem nagy a különbség. Ha az egyes parcellák N-szolgáltatásából számított értékekkel számolunk, az A_2 -módszerrel már esetenként nagy eltéréseket kapunk az A_1 -módszerhez képest: Bicsérden 132-212 kg/ha között, Keszthelyen 37-200 kg/ha között, Nagyhorcskón 53-157 kg/ha között változik a számított N-adag nagysága.

Az A_2 -módszerrel még a P-trágyázás hatását is mérjük, mivel a P-trágyázás hatásával van a talaj N_2 -értékére /2. táblázat/, bár ez a hatás Bicsérden nem minden kezelésnél szignifikáns.

Véleményünk szerint az A_2 -módszer alkalmas a kukorica N-trágya-igényének megállapítására.

A környezetvédelmi és ökonómiai indokok mellett szólnak, hogy a N-műtrágya optimalizálását prioritásként kell kezelnünk, ezért az A_2 -módszer gyakorlati alkalmazását indokoltnak tartjuk.

Összefoglalás

A kukoricánövény műtrágyaigényének meghatározása különböző módszerekkel történhet. Munkánkban két módszert hasonlítottunk össze: a hazánkban elterjedt A_1 -módszert, amely a talaj összes humusztartalmát veszi alapul, és az A_2 -módszert /FOX és PIEKIELEK módszerét/, amely a talaj könnyen oldható szervesanyag-frakciójának UV-tartományban /260 nm/ mért extinkció értékei alapján állapítja meg a talaj N-szolgáltató képességét, és ennek segítségével számolja ki a szükséges N-műtrágya-mennyiséget a tervezett termésszinthez.

A módszert három talajtípusra kalibráltuk OTK-kísérletekben.

A N-műtrágyázás a talaj N-szolgáltató képességét jelentősen és szignifikánsan befolyásolja, de egyes talajtípusoknál jelentős hatása van a P-trágyázásnak is.

Az A_2 -módszer kis hibaszórással, tehát gyakorlati szempontból kellő pontossággal határozza meg a szükséges N-műtrágya-adagot.

A vizsgálatok szerint az A_2 -módszer alkalmas a kukorica optimális N-műtrágya-igényének meghatározására: ezért mind ökonómiai, mind környezet szempontból a módszer üzemi-gyakorlati alkalmazását indokoltnak tartjuk.

Irodalom

- BUZÁS I., 1983. A növénytáplálás zsebkönyve. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- DEBRECZENI B., 1979. Kis agrokémiai útmutató. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- FOX, R. H. and PIEKIELEK, W. P., 1978a. Field testing of several nitrogen availability indexes. Soil Sci. Soc. Am. J. 42. 747-750.
- FOX, R. H. and PIEKIELEK, W. P., 1978b. A rapid method for estimating the nitrogen-supplying capability of soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 42. 751-753.
- GYŐRI D., 1984. A talaj termékenységse. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- MACLEAN, A. A., 1964. Measurement of nitrogen supplying power of soils by extraction with sodium bicarbonate. Nature. 203. 1307-1308.
- MICHRINA, B. P., FOX, R. H. and PIEKIELEK, W. P., 1982. Chemical characterization of two extracts used in the determination of available soil nitrogen. Plant and Soil. 64. 331-341.
- STANFORD, G., 1968. Extractable organic nitrogen and nitrogen mineralization in soils. Soil Sci. 106. 345-351.
- STANFORD, G., 1973. Rationale for optimum nitrogen fertilization in corn production. J. Environ. Qual. 2. 159-166.

Érkezett: 1988. július 19.

Determination of the N Fertilizer Requirements of Maize Based
on the Readily Soluble Organic Matter Content of the Soil

D. GYÖRI, K. MATUS SÉNYI and P. NHOTH

Agrochemistry and Soil Science Institute of the Keszthely Agricultural
University /Hungary/

Summary

Various methods can be employed to determine the fertilizer requirements of maize plants. In the present paper a comparison is made of two methods: method A_1 , commonly used in Hungary and based on the total humus content of the soil, and method A_2 /the method of FOX and PIEKIELEK, 1979/, which determines the N-supplying capacity of the soil / N_s value/ on the basis of extinction values measured in the UV range /260 nm/ for the readily soluble organic matter fraction of the soil, and uses this to calculate the required N fertilizer quantity for the planned yield level.

For the purposes of the experiments, soil samples were taken from small plot field trials in the Standardized National Long-term Fertilization Experiments. The experimental sites and soil types were as follows: Keszthely - Ramann brown forest soil /humus content: 1.39 %; K_A value /Upper limit of plasticity according to Arany/ 32.6; pH /KCl/: 6.88/; Bicsérd - lessivated brown forest soil /humus: 1.57 %; K_A value: 43.6; pH /KCl/: 5.75/; Nagyhorcsók - chernozem soil with mycelia of lime /aeolian deposit/ /humus: 2.47 %; K_A value: 37.5; pH /KCl/: 7.21/.

The following conclusions can be drawn from the results:

- The standard deviation of the error /Table 4/ at the fertilization rate of 50 kg N/ha is ± 8 kg/ha; at higher rates the standard deviation of the error declines.

- Lower N rates were determined using the A_2 method than with the traditional A_1 method.

- The experiments indicate that the A_2 method is suitable for the determination of optimum N fertilizer requirements in maize, so economic and environmental aspects justify the application of the method.

Table 1. Fertilizer rates applied in the experimental treatments. /1/ No. of treatments.

Table 2. N rates calculated using method A_2 . /1/ No. of treatment. /2/ N rates, kg/ha. /3/ 1985 maize yield, t/ha. /4/ Extinction at 260 nm. /5/ N supplying capacity of the soil / N_s value/, kg/ha. /6/ N requirement of the plant / N_p value/, kg/ha. /7/ Calculated N rate, kg/ha. A. Keszthely /July 20, 1984/. B. Bicsérd /Sept. 12, 1984/. C. Nagyhorcsók /Sept. 13, 1984/.

Table 3. N fertilizer rates calculated using method A_1 . /1/ Experimental sites. /2/ Growing site category. /3/ Estimation of N supply on the basis of humus % and K_A value. a/ Moderate; b/ satisfactory. /4/ Specific N fertilizer requirement of maize, kg/t. /5/ 1985 maize yield average, t/ha. /6/ Recommended N fertilizer rate, kg/ha.

Table 4. Standard deviation of error for method A_2 in the Bicsérd experiment. /1/ N rate, kg/ha. /2/ Average extinction measured at 260 nm. /3/ Standard deviation /s/. /4/ Standard deviation of error for the N supplying capacity of the soil, kg/ha. /5/ Standard deviation of error for the calculated fertilizer rate, kg/ha.